

This Page Is Inserted by IFW Operations
and is not a part of the Official Record

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images may include (but are not limited to):

- BLACK BORDERS
- TEXT CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- FADED TEXT
- ILLEGIBLE TEXT
- SKEWED/SLANTED IMAGES
- COLORED PHOTOS
- BLACK OR VERY BLACK AND WHITE DARK PHOTOS
- GRAY SCALE DOCUMENTS

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

**As rescanning documents *will not* correct images,
please do not report the images to the
Image Problem Mailbox.**

Abstract (Basic): ~~JP 06011178 A~~

NOVELTY - Similarity on heights between original picture image (10a') and search objective image (10a-10f,10a'') is detected in an optical calculation unit (20). A final signal showing correlation value is output through a spatial light modulation device (25b) of the calculation unit. Correlation value detection section identifies and extracts correlation value greater than a predetermined threshold value. DETAILED DESCRIPTION - The spatial light modulation device (25a) of the calculation unit modulates the detected image and then a Fourier transformer lens (32b) performs Fourier transformation of the modulation output so as to form a Fourier pattern.

USE - For diagnosing image such as MRI image, CT image, pathology photograph, X-ray photograph, ultrasonic image, etc., in medical field.

ADVANTAGE - Since correlation value greater than predetermined threshold value are detected and extracted, search can be effected rapidly without lavish expenditure. Diagnosis can be effected accurately as present diagnosis is executed based on previous diagnostic results. DESCRIPTION OF DRAWING(S) - The figure shows image search engine for medical field. (10a') Original picture image; (10a-10f,10a'') Search objective image; (20) Optical calculation unit; (25a,25b) Spatial light modulation devices; (32b) Fourier transformer lens.

Dwg.1/5

Title Terms: IMAGE; SEARCH; ENGINE; SPACE; LIGHT; MODULATE; DEVICE; IMAGE; DIAGNOSE; MEDICAL; FIELD; SPACE; LIGHT; MODULATE; DEVICE; OUTPUT; SIGNAL; DEPICTED; CORRELATE; VALUE; AFTER; COMPARE; SIMILAR; HEIGHT; OPTICAL;

(19)日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11)特許出願公開番号
特開2000-11178
(P2000-11178A)

(43)公開日 平成12年1月14日(2000.1.14)

(51)Int.Cl. ⁷	識別記号	F I	テーマコード(参考)
G 0 6 T 7/00		G 0 6 F 15/70	4 6 0 A 2 H 0 9 2
G 0 2 F 1/135		G 0 2 F 1/135	5 B 0 5 7
H 0 4 N 5/76		H 0 4 N 5/76	B 5 B 0 7 5
// G 0 6 F 17/30		G 0 6 F 15/40	3 9 0 Z 5 C 0 5 2
G 0 6 T 1/00		15/62	3 9 0 Z 5 L 0 9 6

審査請求 未請求 請求項の数7 FD (全12頁)

(21)出願番号 特願平10-189824
(22)出願日 平成10年6月19日(1998.6.19)

(71)出願人 000236436
浜松ホトニクス株式会社
静岡県浜松市市野町1126番地の1
(72)発明者 加藤 誠
静岡県浜松市市野町1126番地の1 浜松ホ
トニクス株式会社内
(74)代理人 100095946
弁理士 小泉 伸 (外2名)

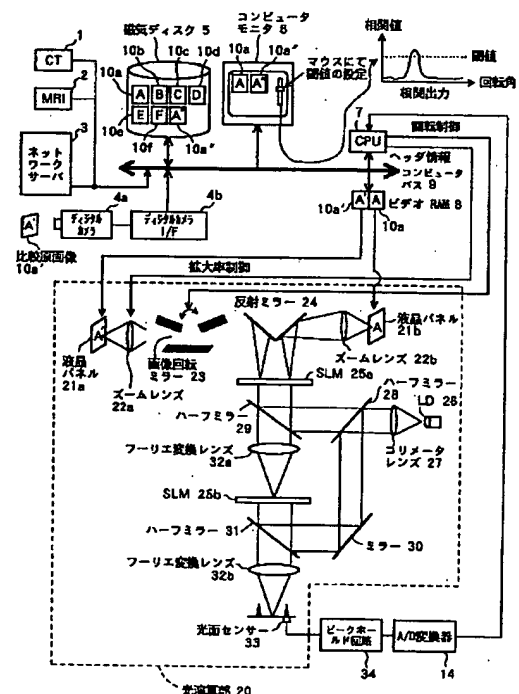
最終頁に続く

(54)【発明の名称】 画像検索エンジン

(57)【要約】

【課題】 類似画像を検索するためのものであって、空間光変調器を使った光情報処理を計算機に密結合した画像検索エンジンを提供すること。

【解決手段】 比較原画像10a'を液晶パネル21aにて光学画像に変換し、磁気ディスク5内に存在する検索対象画像10a(10b、10c、10d、10e、10f、10a'')を液晶パネル21bにて光学画像に変換し、ズームレンズ22bにて拡大して、比較原画像との整合性を図る。その後、光演算部20にて両画像の類似性の高さを検出する。光演算部20は、比較する2つの光学画像を第1の空間光変調器25aにより変調し、変調出力を第1のフーリエ変換レンズ33aによってフーリエ変換して第1のフーリエパターンを得、更に第1のフーリエパターンを第2の空間光変調器25bで変調し、その変調出力を第2のフーリエ変換レンズ33bによってフーリエ変換して第2のフーリエパターンを得。このパターンが示す光強度を両画像の類似性の高さの指標として、検索対象画像10aが比較原画像10a'と類似しているかどうかを判断する。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 複数の検索対象画像を画像データとして記憶する画像データ記憶手段と、
該画像データ記憶手段内の各検索対象画像と比較原画像とを順次比較し、該比較原画像に対して所定の閾値以上の類似性を有する検索対象画像を類似画像として抽出する類似画像抽出手段と、
該類似画像を出力する出力手段とを備えた画像検索エンジンにおいて、該類似画像抽出手段が、
該比較原画像と該検索対象画像の画像データをそれぞれ光学画像に変換する画像データ変換手段と、
光学画像に変換された該比較原画像と該検索対象画像のスケールを一致させるための画像スケール調整手段と、
該比較原画像と該検索対象画像それぞれの光学画像のうち少なくとも一方を回転させる画像回転手段と、
該比較原画像と該検索対象画像の光学画像を並置して書き込み、書き込んだ光学画像のパターンをコヒーレント光で読み出し、該比較原画像と該検索対象画像との類似性の高さの指標たる相関値を示す信号を少なくとも1つの空間光変調器を用いて出力し、相関値を示す信号から相関値を検出する相関値検出手段とからなり、
該相関値検出手段が検出した相関値が前記所定の閾値以上の場合を類似画像として抽出するようにしたことを特徴とする画像検索エンジン。

【請求項2】 該比較原画像及び該検索対象画像は付随データとして1画素あたりの長さデータを有し、
該画像スケール調整手段は、前記1画素あたりの長さデータを読みとり、これを基にして拡大又は縮小を行い、比較する2つの光学画像のスケールを一致させることを特徴とする請求項1記載の画像検索エンジン。

【請求項3】 該類似画像抽出手段による前記相関値と前記所定の閾値との比較の結果、該相関値が該所定の閾値より小さいときには、該画像回転手段が2つの光学画像のうち少なくとも一方を回転させた上で該相関値検出手段により再度相関値を検出して再度検出した相関値と前記所定の閾値を再度比較し、該相関値が該所定の閾値よりも大きいときには、次の検索対象画像について該比較原画像との類似性判断を行うようにしたことを特徴とする請求項1又は2記載の画像検索エンジン。

【請求項4】 該相関値検出手段が、単一の空間光変調器と、単一のフーリエ変換手段とからなり、該空間光変調器は該比較原画像と該検索対象画像の光学画像を並置して書き込み、書き込んだ光学画像のパターンをコヒーレント光で読み出し、該フーリエ変換手段は該空間光変調器から読み出した第1の変調出力をフーリエ変換して第1のフーリエ変換パターンを形成し、更に該第1のフーリエ変換パターンを該空間光変調器に書き込み、書き込んだ第1のフーリエ変換パターンを該コヒーレント光で読み出し、該フーリエ変換手段は該空間光変調器から読み出した第2の変調出力をフーリエ変換して第2の

フーリエ変換パターンを形成し、該第2のフーリエ変換パターンから相関値を得るようにしたことを特徴とする請求項1乃至3記載の画像検索エンジン。

【請求項5】 該相関値検出手段が、
該比較原画像と該検索対象画像の光学画像を並置して書き込み、書き込んだ光学画像のパターンをコヒーレント光で読み出す第1の空間光変調器と、
該第1の空間光変調器から読み出した第1の変調出力をフーリエ変換して第1のフーリエ変換パターンを形成する第1のフーリエ変換手段と、
該第1のフーリエ変換パターンを書き込み、書き込んだ第1のフーリエ変換パターンを該コヒーレント光で読み出す第2の空間光変調器と、
該第2の空間光変調器から読み出した第2の変調出力をフーリエ変換して第2のフーリエ変換パターンを形成する第2のフーリエ変換手段とからなり、
該第2のフーリエ変換パターンから相関値を得るようにしたことを特徴とする請求項1乃至3記載の画像検索エンジン。

【請求項6】 前記相関値を示す信号は光の強度で表され、該相関値検出手段は、該光の強度のピーク値を該相関値として検出することを特徴とする請求項1乃至5記載の画像検索エンジン。

【請求項7】 前記相関値を示す信号は光の強度で表され、該相関値検出手段は、光の強度分布の積分値を該相関値として検出することを特徴とする請求項1乃至3記載の画像検索エンジン。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】 本発明は画像検索エンジンに関し、特に空間光変調器を用いた画像検索エンジンに関する。

【0002】

【従来の技術】 近年、医療現場では、MRI画像、CT画像、病理写真、X線写真、超音波画像などを用いた画像診断が多く行われている。画像診断を行うに際しては、過去の症例を参考にする場合が多々あり、そのために従来より画像検索システムが利用されている。画像検索システムは、患者ID、氏名、撮像部位などの付帯情報と共にデジタル化した診断画像をデータベース化し、このデータベースを用いて画像検索をするものである。

【0003】 検索方法としては、患者氏名等の画像に付帯する情報をキーとして画像を検索する方法と、診断対象の画像と類似する画像を検索する類似画像検索法とがある。類似画像検索法としては、パターンマッチングを用いて類似性の高さに基づき検索を行う方法と、合同変換相関法(JCT)とが知られている。

【0004】

【発明が解決しようとする課題】 上記従来の画像検索法のうち、付帯情報を入力して行う検索法では、診断対象

の画像と類似する画像を直接検索する訳ではないため、索出した画像が必ずしも診断をする上で参考になるとは限らない。付帯情報の種類を増加し、検索に際して付帯情報の条件設定を多くすることで検索精度を上げることができるが、データベースへの登録時における付帯情報の入力作業に多大な時間と労力がかかることになり現実的ではない。

【0005】パターンマッチングを用いた検索方法では、「完全一致に近いが微妙に形が違う」、「大きさが違う」、「見ている角度が違う」等のロバストな要因があると、検索の際、コンピュータが当該画像は非類似画像であると判断して選択されない場合がある。

【0006】また、相関法演算を計算機の中で行うとなると、比較対象となる2つの画像のスケールが異なる場合、又は回転角にずれがある場合に以下のような問題が発生する。まず、比較対象となる2つの画像のスケールが異なる場合には、画像サイズ合わせをするために画像のデータ補間をする必要があるが、このデータ補間を行うことにより、周波数成分に変調がかかる等の問題が生じる。又、画像を回転させて比較する場合には、やはり画像を補正しなければならず、画像補正を実行するには莫大な量の計算を計算機内部で行う必要があるため、実用レベルの速さで画像検索を行うことは不可能である。特に、外科手術等の最中に、患部の状態を確認しながら過去の症例を検索し、迅速に診断しなければならない場合には対応できない。最新、最速のスーパーコンピュータを使用すれば計算速度は上がるが、それでも実用レベルの検索速度の達成は困難であり、加えて莫大なコストがかかるという問題がある。

【0007】医療用の画像ネットワーク規格DICOMの影響もあり、今後、画像ネットワークの利用普及が進み、画像データの共有化が進行することが予想される。これに伴い、データベースに蓄積される画像の数は従来とは比較にならない程膨大な数となるはずである。従来の画像検索法では、このような大規模データベースの中で所望の画像を精度よく、迅速に探索することは困難である。

【0008】本発明は、膨大な数の画像の中から類似画像を実用レベルの速さで検索することができ、かつコストの低い画像検索エンジンを提供することを目的とする。

【0009】

【課題を解決するための手段】上記目的を達成するために、本発明は、複数の検索対象画像を画像データとして記憶する画像データ記憶手段と、画像データ記憶手段内の各検索対象画像と比較原画像とを順次比較し、比較原画像に対して所定の閾値以上の類似性を有する検索対象画像を類似画像として抽出する類似画像抽出手段と、類似画像を出力する出力手段とを備えた画像検索エンジンにおいて、類似画像抽出手段が、比較原画像と検索対象

画像の画像データをそれぞれ光学画像に変換する画像データ変換手段と、光学画像に変換された比較原画像と検索対象画像のスケールを一致させるための画像スケール調整手段と、比較原画像と検索対象画像それぞれの光学画像のうち少なくとも一方を回転させる画像回転手段と、比較原画像と検索対象画像の光学画像を並置して書き込み、書き込んだ光学画像のパターンをコヒーレント光で読み出し、比較原画像と検索対象画像との類似性の高さの指標たる相関値を示す信号を少なくとも1つの空間光変調器を用いて出力し、相関値を示す信号から相関値を検出する相関値検出手段とからなり、相関値検出手段が検出した相関値が前記所定の閾値以上の場合を類似画像として抽出するようにした画像検索エンジンを提供する。

【0010】比較原画像及び検索対象画像は付随データとして1画素あたりの長さデータを有するようにし、画像スケール調整手段は、前記1画素あたりの長さデータを読みとり、これを基にして拡大又は縮小を行い、比較する2つの光学画像のスケールを一致させるようにするのが好ましい。

【0011】類似画像抽出手段による前記相関値と前記所定の閾値との比較の結果、相関値が所定の閾値より小さいときには、画像回転手段が2つの光学画像のうち少なくとも一方を回転させた上で相関値検出手段により再度相関値を検出して再度検出した相関値と前記所定の閾値を再度比較することにより類似画像に相当するかどうかの検証を継続する。最初あるいは2度目以降の比較の結果、相関値が閾値よりも大きければ、現在対象となっている検索対象画像は類似画像であると判断し、次の検索対象画像について類似性判断を行うようにする。

【0012】相関値検出手段を単一の空間光変調器と単一のフーリエ変換手段で構成するようにしてもよい。この場合、空間光変調器は比較原画像と検索対象画像の光学画像を並置して書き込み、書き込んだ光学画像のパターンをコヒーレント光で読み出し、フーリエ変換手段は空間光変調器から読み出した第1の変調出力をフーリエ変換して第1のフーリエ変換パターンを形成し、更に第1のフーリエ変換パターンを空間光変調器に書き込み、書き込んだ第1のフーリエ変換パターンをコヒーレント光で読み出し、フーリエ変換手段は空間光変調器から読み出した第2の変調出力をフーリエ変換して第2のフーリエ変換パターンを形成し、第2のフーリエ変換パターンから相関値を得るようにする。

【0013】また、相関値検出手段を、比較原画像と該検索対象画像の光学画像を並置して書き込み、書き込んだ光学画像のパターンをコヒーレント光で読み出す第1の空間光変調器と、第1の空間光変調器から読み出した第1の変調出力をフーリエ変換して第1のフーリエ変換パターンを形成する第1のフーリエ変換手段と、第1のフーリエ変換パターンを書き込み、書き込んだ第1の

フーリエ変換パターンをコヒーレント光で読み出す第2の空間光変調器と、第2の空間光変調器から読み出した第2の変調出力をフーリエ変換して第2のフーリエ変換パターンを形成する第2のフーリエ変換手段とから構成するようにしてもよい。この場合、第2のフーリエ変換パターンから相関値を得るようにする。

【0014】相関値を示す信号は光の強度で表され、相関値検出手段は、光の強度のピーク値を相関値として検出するか、あるいは光の強度分布の積分値を相関値として検出するのが好ましい。

【0015】

【発明の実施の形態】本発明の第1の実施の形態による画像検索エンジンについて第1図乃至第3図に基づき説明する。

【0016】本発明の画像検索エンジンは、磁気ディスク5に記憶されている検索対象画像10a、10b、10c、10d、10e、10f、10a'の中から比較原画像10a'と類似する画像を検索するためのものである。比較原画像10a'及び検索対象画像10a、10b、10c、10d、10e、10f、10a'には患者情報（患者ID、氏名、測定部位等）、スケール（1画像あたりの長さの情報）等の付帯情報が付加されている。

【0017】検索を実行する前に画像検索の条件としてオペレータが指定するものに、検索対象画像の範囲、閾値及び回転角度がある。磁気ディスク5内に存在する画像であって、その中の特定のグループに属するものが検索対象画像とされ、その指定はコンピュータのソフトウェア上で画像のヘッダー情報（性別、年齢、測定部位等）を基に行なわれる。この検索対象画像としては、比較原画像10a'とスケール値が近いものを指定することもできる。閾値は、類似性がどの程度高い画像までを選択するかを決定するためのパラメータである。この閾値は年齢や性別等の患者情報による重み付けをすることも可能である。回転角度は、画像の回転角の調整の粗さを定めるためのパラメータである。閾値と回転角度のパラメータは、類似画像の検索作業の最中であっても変更可能である。

【0018】図1の画像検索エンジンは、中央処理装置（以下、「CPU」）7、コンピュータ断層写真撮像装置（以下、「CT」）1、磁気共鳴撮像装置（以下、「MRI」）2、ネットワークサーバ3、デジタルカメラ4a、磁気ディスク5、コンピュータモニター6、ビデオRAM8、更に、ピークホールド回路13とA/D変換器14を介してCPU7に接続された光演算部20から構成されている。

【0019】CT1、MRI2、ネットワークサーバ3及びデジタルカメラ4aは画像を取り込むための手段であり、コンピュータバス9を介してCPU7に接続されている。デジタルカメラ4aはデジタルカメラインター

フェース（I/F）4bを介してコンピュータバス9に接続されている。これらの画像取り込み手段により取り込まれた画像データはコンピュータバス9を通じて画像データ記憶手段たる磁気ディスク5に格納される。いま、検索対象画像10a、10b、10c、10d、10e、10f、10a'が磁気ディスク5内に格納されているものとする。比較原画像10a'もCT1、MRI2、ネットワークサーバ3、デジタルカメラ4aから取り込まれ、磁気ディスク5に格納されているものとする。

【0020】ビデオRAM8は比較対照の2つの画像を一時的に保存するためのメモリである。検索開始後、まず検索対象画像10a、10b、10c、10d、10e、10f、10a'のうちいずれか1つと比較原画像10a'の2つの画像がコンピュータバス9を通じてビデオRAM8に格納される。検索対象画像10a、10b、10c、10d、10e、10f、10a'の中から選定される画像は、作業中順次入れ替えられ、その都度比較原画像10a'と比較される。

【0021】光演算部20はビデオRAM8内の2つの画像の相関値（2つの画像の類似性の高さの指標）を光の強度として検出するためのものであり、液晶パネル21a、21b、ズームレンズ22a、22b、画像回転ミラー23、反射ミラー24、空間光変調器（以下、「SLM」）25a、25b、レーザダイオード（以下、「LD」）26、コリメータレンズ27、ハーフミラー28、29、31、ミラー30、フーリエ変換レンズ32a、32b及び光面センサー33から構成されている。

【0022】液晶パネル21a、ズームレンズ22a及び画像回転ミラー23は、ビデオRAM8に格納された比較原画像10a'を前処理するためのものであり、液晶パネル21aの後段にズームレンズ22a、更にその後段に画像回転ミラー23が配列されている。液晶パネル21aはデジタル画像を光学画像に変換し、ズームレンズ22aは液晶パネル21aに表示された光学画像を拡大、縮小する。画像回転ミラー23はズームレンズ22aにより拡大若しくは縮小された光学画像を回転する。液晶パネル21b及びズームレンズ22bは、ビデオRAM8に格納された検索対象画像10a（10b、10c、10d、10e、10f、10a'）を前処理するためのものであり、液晶パネル21bの後段にズームレンズ22bが配列されている。液晶パネル21bはデジタル画像を光学画像に変換し、ズームレンズ22bは液晶パネル21bに表示された光学画像を拡大、縮小する。

【0023】画像回転ミラー23及びズームレンズ22bの後段には2つの反射面を有する反射ミラー24が配置されており、一方の反射面には液晶パネル21a、ズームレンズ22a及び画像回転ミラー23から供給され

る比較原画像10a'の光学画像が入射し、他方の反射面には液晶パネル21b及びズームレンズ22bから供給される検索対象画像10aの光学画像が入射する。入射した2つの光学画像はそれぞれの反射面で反射し、反射ミラー24の後段に配列された第1のSLM25aの書き込み側(光アドレス部)に所定の位置関係で投影される。第1のSLM25aの後段には第1のハーフミラー29と第1のフーリエ変換レンズ32aが、更にその後段には第2のSLM25bが配列されている。第2のSLM25bの後段には第2のハーフミラー31と第2のフーリエ変換レンズ32bが配列されている。

【0024】LD26は、SLM25a、25bの読み出し側(光変調部)に入射させるコヒーレント光たるレーザ光(以下、「読み出し光」)を継続して出力するものである。LD26と第1のハーフミラー29の間にはコリメータレンズ27と第3のハーフミラー28が配列されている。コリメータレンズ27はLD26から出力された読み出し光をコリメートして平行光にし、第3のハーフミラー28は読み出し光を一部透過し、一部反射することで2分割する。第3のハーフミラー28を透過した読み出し光は、第1のハーフミラー29で反射して第1のSLM25aの読み出し側に入射する。ミラー30は、第3のハーフミラー28で反射した読み出し光の光路を変更して第2のハーフミラー31に導くためのものである。第2のハーフミラー31に入射した読み出し光は、反射して第2のSLM25bの読み出し側に入射する。

【0025】第1のフーリエ変換レンズ32aは、第1のSLM25aの読み出し側で変調され出力された読み出し光をフーリエ変換して、第1のフーリエパターンをその後焦点面に形成するためのものである。第2のSLM25bは、第1のフーリエ変換レンズ32aの後焦点面上に配置されている。従って、第1のフーリエパターンが第2のSLM25bの書き込み側に結像される。

【0026】第2のフーリエ変換レンズ32bは第2のSLM25bの読み出し側で変調され出力された読み出し光をフーリエ変換してその後焦点面上に第2のフーリエパターンを形成するためのものである。この第2のフーリエパターンは、フーリエ変換レンズ32a、32bの光軸上に現れる0次光と、これを中心として点対称状に並んだ+1次光及び-1次光とからなる。+1次光及び-1次光の光強度は互いに等しく、第1のSLM25aの書き込み側に入力した両画像の相関値(類似性の高さの指標)に対応している。又、その結像位置は、画像中の互いに類似する2つの箇所的位置関係(ここでは第1のSLM25aの書き込み側に投影された両画像の位置関係)、LD26から出力された読み出し光の波長、及びフーリエ変換レンズ32a、32bの焦点距離により一義的に決定される。

【0027】第2のフーリエ変換レンズ32bの後焦点

面上の当該+1次光又は-1次光の結像位置には光面センサ33が配列されている。光面センサ33は、受光した+1次光又は-1次光の光強度を検出し、検出した光強度に対応した電気信号を出力する。光面センサー33の出力側にはピークホールド回路34が接続されている。ピークホールド回路34は、+1次光又は-1次光の光強度に対応する電気信号を保持する。この電気信号はピークホールド回路34の後段に接続されたA/D変換器14でデジタル信号に変換された上でCPU7に供給される。CPU7は比較原画像10a'と検索対象画像10a(10b、10c、10d、10e、10f、10a")の類似性の高さを判断することができる。

【0028】次に図2を参照しながら、SLM25a、25bの構造及び動作を説明する。SLM25a、25bは、それぞれ書き込み側(図1上側)に入力された画像に応じて、読み出し側(図1下側)に入射された読み出し光を位相変調して出力するものであり、本実施の形態においては光アドレス型のSLMを使用し、図2にはSLM25a、25bの具体例として平行配向型ネマチック液晶空間光変調器を示す。

【0029】このSLMでは、光変調部としてのネマチック液晶層416(例えば、平行配向ネマチック液晶層)が、一对の配向層415と417の間に配設されている。配向層415の液晶層416と反対の側には、ミラー414と、光アドレス部としての光導電層413と、透明導電膜412と、書き込み側ガラス基板411が、この順に設けられている。又、配向層417のネマチック液晶層416と反対の側には、透明導電膜418と、読み出し側ガラス基板419とが設けられている。光導電層413は、例えば、アモルファスシリコン(a-Si)、CdS、Bi₁₂O₂₀、有機光導電体(PVK)等からなる。又、ミラー層414は、例えば、誘電体ミラーからなる。配向層415と417は、PVA又はポリイミドをミラー414及び透明導電膜418にコーティングした後ラビングを施して作成してもよいし、SiOの斜め蒸着やLB膜の形成等で作成してもよい。なお、SLMの一对の導電膜412と418との間には、例えば、交流の駆動電圧が印加される。

【0030】書き込み側ガラス基板411を介して光導電層413に書き込み光が入射されると、その部分の抵抗が書き込み光強度に応じて低くなり、液晶層416に書き込み光強度に応じた電圧がかかる。液晶分子がその電圧に応じた度合いで動き、屈折率が変化する。例えば、液晶分子の長さ方向に偏光したコヒーレントな読み出し光を読み出し側ガラス基板419を介して液晶層416に入射させると、この光は屈折率変化に応じた位相変調を受ける。

【0031】次に、図3のフローチャートに基づき、上記の様に構成された画像検索エンジンによる画像検索について説明する。画像検索のためのプログラムは図示し

ないROMに記憶されている。

【0032】画像検索プログラムがスタートすると、最初に検索対象画像の範囲を指定し、閾値及び回転角度のパラメータを入力するよう催促される(S1)。オペレータが必要な入力を完了すると、検索対象画像10a、10b、10c、10d、10e、10f、10a'が決定され(S2)、磁気ディスク5に格納されている検索対象画像10a、10b、10c、10d、10e、10f、10a'の中の1つの画像10aを取り出し、比較原画像10a'と共にビデオRAM8に格納する(S3)。

【0033】次いで、ビデオRAM8に格納された2つの画像の付帯情報(スケール等)を読み込み(S4)、比較原画像10a'と検索対象画像10aの光学画像をそれぞれ液晶パネル21aと21bに表示する(S5)。S5が比較画像と検索対象画像の画像データを光学画像に変換する画像データ変換手段を構成する。このとき、既に読み込んだ両画像のスケールデータを基に、CPU7の制御により両画像のスケールが同一となるようズームレンズ22a、22bを調整する(S6)。S6が光学画像に変換された比較原画像と検索対象画像のスケールを一致させる画像スケール調整手段に相当する。この調整は、スケールがより小さい方の画像の拡大率をズームレンズ22a又は22bで上げることにより行われる。即ち、第1のSLM25aの書き込み側には、両画像のうちスケールが大きい方の画像と、その画像と同一のスケールに調整されたもう一方の画像との2つが同方向に並んで入射されることとなる。

【0034】第1のSLM25aの読み出し側へは、LD26から出力された読み出し光がコリメータレンズ27、第3のハーフミラー28及び第1のハーフミラー29を介して入射されている。ここに入射された読み出し光は、第1のSLM25aの書き込み側に入力された画像に応じて位相変調を受けて出力し、第1のフーリエ変換レンズ32aで回折(フーリエ変換)されて、第2のSLM25bの書き込み側に両画像の合同フーリエ変換像である第1のフーリエパターンを結ぶ。

【0035】第2のSLM25bの読み出し側には、コリメータレンズ27、第3のハーフミラー28、ミラー30及び第2のハーフミラー31を介してLD26から出力された読み出し光が入射されている。ここに入射された読み出し光は、第2のSLM25bの書き込み側に入力された第1のフーリエパターンに応じて位相変調されて出力し、第2のフーリエ変換レンズ32bで回折(フーリエ変換)されて、光面センサー33上に第1のフーリエパターンのフーリエ変換像である第2のフーリエパターンの+1次光又は-1次光を結ぶ。

【0036】その強度のピーク、即ち、相関値を、第2のフーリエパターンの+1次光又は-1次光を受光した光面センサー33とピークホールド回路34とで検出保

持する(S7)。S7が相関値を示す信号である第2のフーリエパターンの+1次光又は-1次光から相関値を検出する相関値検出手段に相当する。A/D変換器14はこの相関値をデジタル値に変換して、CPU7へ出力する。

【0037】CPU7はこの相関値とS1で入力された閾値とを比較する(S8)。相関値が閾値よりも小さい場合(S8で“NO”)、検索対象画像10aが既に360度回転されているかどうかを判断する(S9)。検索対象画像10aが未だ360度回転されていないならば(S9で“NO”)、画像回転ミラー23を制御してS1で入力した回転角度だけ回転した後(S10)、再び光面センサー33上に結像した光の強度をCPU7に読み込み、相関値の検出を行う(S7)。

【0038】相関値が閾値を越えた場合(S8で“YES”)は比較原画像10a'と当該検索対象画像10aとの類似性が高いと判断して、当該検索対象画像10aを選択し、コンピュータモニタ6上に表示する(S11)。

【0039】又、当該検索対象画像10aを360度回転しても相関値が閾値を越えなかった場合(S8で“NO”、S9で“YES”)、比較原画像10a'と当該検索対象画像10aとの類似性が低いと判断して、当該検索対象画像10aは選択しない。S8が類似画像抽出手段に相当し、S9が画像回転手段に相当する。また、S11が出力手段に相当する。

【0040】オペレータは、コンピュータモニタ6上にいくつかの画像(10a、10a')が表示された状態でこれらを観察し、閾値及び回転角度パラメータを変更することができる。CPU7は、前回閾値又は回転角度を読み込んで以来、オペレータからこれらのパラメータの変更の指示があったかどうかを判定し(S12)、変更の指示があればこれらのパラメータの変更を実行する(S13)。

【0041】最後に、全ての検索対象画像10a、10b、10c、10d、10e、10f、10a'について比較原画像10a'と比較したか否かを判断し(S14)、未だ比較していない画像があれば、これをビデオRAM8に格納し(S15)、S4に戻って上記作業を繰り返す。このとき、ビデオRAM8内に存在する古い検索対象画像、即ち、選択・否選択が決定された検索対象画像はビデオRAM8内から削除する。最終的には、コンピュータモニタ6上に全ての選択された画像10a、10a'が並んで表示される。

【0042】なお、この方法において、撮影位置のずれ等から、比較原画像10a'に類似するにもかかわらず選択されない検索対象画像もありうるが、明らかな非類似画像を落とし、いくつかの類似画像を抽出することができれば本発明の目的は達成できるので、この点は特に問題とはならない。又、所望の画像以外のものも選択さ

れる可能性があるが、オペレータが、コンピュータが選択した画像の中から所望の画像を索出すればよい。従って、画像の同一性を検出する場合とは異なり、ある程度の検出洩れ、ノイズの混入は問題とはならない。

【0043】本発明の第2の実施の形態による画像検索エンジンについて図4に基づき説明する。

【0044】図4の画像検索エンジンは、画像取り込みボード15を備えている。又、光演算部120の構成が第1の実施の形態の画像検索エンジンの光演算部20

(図1)と異なるが、それ以外は同一の構造である。

【0045】本実施の形態では、光演算部120は電子レンズ122と電子的回転手段123を備えたCRT121a、液晶パネル121b、反射ミラー24、SLM25a、LD26、コリメータレンズ27、ハーフミラー29、フーリエ変換レンズ32a及びCCDイメージセンサー133とから構成される。

【0046】本実施の形態では、ビデオRAM8に格納された比較原画像10a'を前処理するための手段は、デジタル画像を光学画像に変換するためのCRT121a、CRT121a内部で光学画像を拡大・縮小するための電子レンズ122、更にその光学画像を回転するための電子的回転手段123、CRT121aに表示された光学画像を反射ミラー24へ入射するためのレンズ34aで構成されている。又、ビデオRAM8に格納された検索対象画像10a(10b、10c、10d、10e、10f、10a")を前処理するための手段は、デジタル画像を光学画像に変換するための液晶パネル121bと、液晶パネル121bに表示された光学画像を反射ミラー24へ入射するためのレンズ34bで構成されている。尚、ビデオRAM8に後述の第1のフーリエパターンを左右に2分割したものが格納された場合には、当該左半分の画像をCRT121a、電子レンズ122、電子的回転手段123及びレンズ34aにて前処理し、右半分の画像を液晶パネル121b及びレンズ34bにて前処理する。

【0047】反射ミラー24、SLM25a、LD26、コリメータレンズ27、ハーフミラー29、フーリエ変換レンズ32aの構成は第1の実施の形態と同様であるが、SLM25b及びフーリエ変換レンズ32bを設けていない点、及びフーリエ変換レンズ32aの後焦点面上にCCDイメージセンサー133を設けた点で異なる。このCCDイメージセンサー133にはA/D変換器14を介して画像取り込みボード15が接続されている。

【0048】反射ミラー24は、第1の実施の形態と同様、ビデオRAM8内の2つの画像をSLM25aの書き込み側に並べて入力する。従って、ビデオRAM8に比較原画像10a'と検索対象画像10aとが格納されているときには、SLM25aの書き込み側にこれらの画像が並べて入力される。又、第1のフーリエパターン

を左右に2分割したものが格納されているときには、SLM25aの書き込み側にこれらの画像が第1のフーリエパターンを再現する形で並べて入力される。

【0049】本実施の形態においては、比較原画像10a'と検索対象画像10aとがSLM25aに書き込まれているときには、SLM25aで変調されて出力された読み出し光はフーリエ変換レンズ32aでフーリエ変換され、その後焦点面上に第1のフーリエパターンを結像する。又、後述の第1のフーリエパターンを左右に2分割したものがビデオRAM8内に格納されSLM25aに書き込まれているときには、SLM25aで変調されて出力された読み出し光をフーリエ変換し、その後焦点面上に第2のフーリエパターンを結像する。

【0050】CCDイメージセンサー133は複数の画素の2次元的な配列により構成されており、平面画像を読み取るためのものである。フーリエ変換レンズ32aの後焦点面上に配置され、それらの画素のうちフーリエレンズ32aの光軸に相当する部分は遮蔽されており、0次光を検知しないよう構成されている。

【0051】A/D変換器14は、CCDイメージセンサー133で読みとられた画像データ(第1のフーリエパターン又は第2のフーリエパターン)をデジタル化する役割を果たす。即ち、A/D変換器14はCCDイメージセンサー133と画像取り込みボード15とに接続され、CCDイメージセンサー133でアナログ情報として得られた画像をデジタル情報として画像取り込みボード15へ出力する。画像取り込みボード15はデジタル化された画像をCPU7へ出力するために設けられている。

【0052】CPU7は、画像取り込みボード15から第1のフーリエパターンを受け取った場合には当該画像を左右に2分割してビデオRAM8内に格納する。又、第2のフーリエパターンを受け取った場合には各画素の強度を比較することでピークを求め、+1次光又は-1次光の強度及び位置を検出する。

【0053】これらの構成により、SLM25aの書き込み側に比較原画像10a'と検索対象画像10aとが並べられると、両画像の類似性の高さの指標である相関値が光の強度として求められる。

【0054】次に、光演算部120の動作を説明する。

【0055】ビデオRAM8内に格納された比較原画像10a'はCRT121aにて光学画像に変換され、電子レンズ122により拡大・縮小され、更に電子的回転手段123により回転される。一方、ビデオRAM8内に格納された検索対象画像10aは液晶パネル129bにて光学画像に変換される。ただし、これを拡大・縮小・回転するための機構は設けられていない。

【0056】前処理を施された2つの画像は、反射ミラー24によってSLM25aの書き込み側に並べて入力される。このとき、両画像のスケールを基に、CPU7

の制御により、両画像のスケールが同一となるよう電子レンズ122を調整する。

【0057】SLM25aの読み出し側へは、コリメータ27を介してLD26から出力された読み出し光がハーフミラー29によって入射される。ここに入射された読み出し光は、SLM25aの書き込み側に入力された画像に応じて位相変調を受けて出力し、フーリエ変換レンズ32aで回折（フーリエ変換）されて、CCDイメージセンサー133に第1のフーリエパターンを結ぶ。

【0058】CCDイメージセンサー133によって読み込まれた第1のフーリエパターンは、A/D変換器14によってデジタル画像に変換され、画像取り込みボード15、コンピュータバス9を通じてCPU7に読み込まれ、2分割して再びビデオRAM8に格納される。この2分割された画像はそれぞれCRT121a、液晶パネル129bを通じて光学画像化され、反射ミラー24によって、第1のフーリエパターンを再現する形でSLM25aの書き込み側に入力される。

【0059】一方、SLM25aの読み出し側には、コリメータレンズ27を介してLD26から出射された読み出し光がハーフミラー29によって入力され続けている。今度は、SLM25aの読み出し側に入力された読み出し光は、SLM25aの書き込み側に入射された第1のフーリエパターンに応じた位相変調を受けて出射し、フーリエ変換レンズ32aで回折（フーリエ変換）されて、CCDイメージセンサー133上に第2のフーリエパターンを結ぶ。

【0060】CCDイメージセンサー133の各々の画素が光の強度を検出し、A/D変換器14へ出力する。A/D変換器14は各々の画素が検出した光の強度をデジタル値に変換し、画像取り込みボード15、コンピュータバス9を介してCPU7に出力する。CPU7は、これらのデジタル値を互いに比較して、ピークを求める。ここで、フーリエレンズ32aの中心軸に相当する部分が遮蔽されており、0次光を検出しないので、このピークは+1次光又は-1次光を示す。このため、CPU7は、当該ピークが得られた画素の光強度値を相関値と決定し、そのピークが得られた画素の位置を+1次光及び-1次光が現れた位置と判断する。ここで、+1次光及び-1次光が現れた位置は、画像中の互いに類似する2つの箇所の位置に対応して決まるため、本実施の形態では、相関値の他に、検索対象画像10a中の比較原画像10a'との類似部分の位置をも求めることができる。

【0061】本実施の形態の画像検索エンジンも、図3のフローチャートの様に動作する。ただし、S5では液晶パネル21aの代わりにCRT121aにて光学画像に変換する。S6ではズームレンズ21aの代わりに電子レンズ122によりスケール調整が行われる。S10では画像回転ミラー23の代わりに電子的回転手段12

3を制御して画像回転を行う。S11で比較原画像10a'と類似であるとして選択された画像をコンピュータモニタ6に表示する際には、当該類似部分がコンピュータモニタ6に表示された検索対象画像10a中のどこにあるかをマーキングして表示する。ここで、S111の作業は、CCDイメージセンサー133が検出したピークの位置から、検索対象画像10a中の比較原画像10a'との類似部分の位置を求めることにより行う。

【0062】最終的には、コンピュータモニタ6上には全ての選択された画像10a、10a'が並んで表示されている状態となるが、S11でのマーキング作業により、当該画像の注意すべき部分を容易に知ることができる。よって、オペレータは、コンピュータが選択した画像の中から所望の画像を索出する際、マーキング部分に注意を払えばよい。

【0063】本実施の形態では第2のフーリエパターンの+1次光又は-1次光の光強度（光の強度として示された相関値）の検出に複数の画素が2次的に配列されたCCDイメージセンサー133を用いるため、撮影位置のずれ等があっても、第2のフーリエパターンの+1次光又は-1次光の光強度及び位置を検出することができ、類似画像として選択し、又、比較原画像10a'との類似部分の位置をも求めることができる。更に、比較原画像10a'との類似部分が検索対象画像10a中の複数箇所に存在する場合にも、それらの全てのピーク値及び位置を検出することができる。加えて、SLM及びフーリエ変換レンズを1つずつしか用いないので、光学部品のコストの低減という利点もある。

【0064】本発明の第3の実施の形態による画像検索エンジンについて図5に基づき説明する。

【0065】本実施の形態の画像検索エンジンは、光面センサー33の代わりにCCDイメージセンサー133を用いる点、及びCCDイメージセンサー133により読み取られた画像をコンピュータに読み込むための画像取り込みボード15を備える点を除き、第1の実施の形態の画像検索エンジンと同一である。本実施の形態では、第1の実施の形態の画像検索エンジンの光演算部20と同様の動作を経て、CCDイメージセンサー133上に第2のフーリエパターンが結ばれる。

【0066】そこで、第2の実施の形態の画像検索エンジンと同様、CCDイメージセンサー133の各々の画素が検出した光の強度を、A/D変換器14がデジタル値に変換し、画像取り込みボード15、コンピュータバス9を介してCPU7に出力する。CPU7では、これらのデジタル値を互いに比較して、ピークが得られた画素の光強度値を相関値と決定し、そのピークが得られた画素の位置を+1次光及び-1次光が現れた位置と判断する。+1次光及び-1次光が現れた位置は、画像中の互いに類似する2つの箇所の位置に対応して決まるため、第2の実施の形態と同様、相関値の他に、検索対象

画像10a中の比較原画像10a'との類似部分の位置を求めることができる。

【0067】本実施の形態の画像検索エンジンも、図3のフローチャートの様に動作する。ただし、S11については、第2の実施の形態の画像検索エンジンの場合と同様の動作をする。即ち、S11で、検索対象画像10a(10a")を選択し、コンピュータモニタ6に表示する際、当該類似部分がコンピュータモニタ6に表示された検索対象画像10a中のどこにあるかをマーキングして表示する。

【0068】最終的には、コンピュータモニタ6上には全ての選択された画像10a、10a"が並んで表示されている状態となるが、S11でのマーキング作業により、当該画像の注意すべき部分を容易に知ることができる。オペレータは、コンピュータが選択した画像の中から所望の画像を探索する際、マーキング部分に注意を払えばよい。

【0069】本実施の形態では、第2の実施の形態と同様、第2のフーリエパターンの+1次光又は-1次光の光強度(光の強度として示された相関値)の検出に複数の画素が2次的に配列されたCCDイメージセンサー133を用いる。従って、撮影位置のずれ等があっても、第2のフーリエパターンの+1次光又は-1次光の光強度及び位置を検出することができる。よって、類似画像として選択し、又、比較原画像10a'との類似部分の位置をも求めることができる。更に、比較原画像10a'との類似部分が検索対象画像10a中の複数箇所には存在する場合にも、それらの全てのピーク値及び位置を検出することができる。

【0070】又、第1の実施と同様、SLM及びフーリエ変換レンズを2つずつ用い、フーリエ変換及びフーリエ変換を別個のSLM(25a)とフーリエ変換レンズ(32a)とによって同時に行っている。従って、第1のフーリエパターンを読み込んで再び光学画像に変換する必要がないため、光演算部220での処理速度が上がり、画像検索速度を向上させることができる。

【0071】本発明による画像検索エンジンは上述した実施の形態に限定されず、特許請求の範囲に記載した範囲で種々の変形や改良が可能である。例えば、相関値の判断においてピークの代わりに積分値を用いることもできる。又、S12乃至S14に示すパラメータ変更のルーチンは、S4乃至S7、S15のいずれかのステップの後に行うようにしてもよい。更に、CRT129a、液晶パネル129a、129b、ズームレンズ22a、22b、画像回転ミラー23は、比較原画像10a'と検索対象画像10aのスケール及び回転角を揃えるような構成でならば、どのように設けてもよい。その他、磁気ディスク5は、CDROM等の他の種類の外部記憶装置であってもよいし、ネットワークサーバ3を直接磁気ディスク5の代わりに用いてもよい。また、本発明で使

用しうるSLMは図2に示したものに限定される、他の構成のSLMであっても構わない。

【0072】又、本発明の画像検索エンジンを医療現場で画像診断のために用いる場合、X線フィルム画像の検索、細胞診画像の検索、ヘリカルスキャンCT画像の検索等に用いることができるが、これらの画像と電子カルテ情報をリンクして、過去の病歴経過を追うこともできる。

【0073】更に、医療現場への応用以外にも、セキュリティ分野では、不審人物を撮影した際に、指名手配人(特に国際的に問題のある人物等)と比較することもできる。この場合には、顔の輪郭部分を取り除いて調べる。考古学の分野でも、出土品の模様の類似を検索する等の用途に有用である。

【0074】

【発明の効果】請求項1記載の画像検索エンジンによれば、比較する2つの画像を光学画像化し、光の持つ並列性を利用してこれらを光学的又は電子的に拡大・縮小、回転するようにしたので、両画像の形、大きさが違ったり、あるいは並置したときの角度が違っても、比較原画像に対して比較対照画像を類似画像であると判断することができる。又、画像を空間光変調器を用いて両画像の相関値を得るようにしているので、計算機の弱点を補い、光演算の長所を生かした検索システムを提供することができる。膨大な量のデータの中から所望の画像を抽出する際にも、画像に付帯する情報の入力を最小限に抑えた上で、迅速な検索を低コストで実現することができる。

【0075】特に、本発明を医療現場にて応用した場合、現在診断中の患者の病理画像と類似した過去の症例を参照し、診断を下せるため、診断の精度の向上が期待できる。

【0076】請求項2記載の画像検索エンジンによれば、画像スケール調整手段は、1画素あたりの長さデータを基に、2つの画像のスケールを揃えるため、画像スケールの調整が容易である。

【0077】請求項3記載の画像検索エンジンによれば、比較する2つの画像の回転角を調整した上で類似画像検索を行うので、回転角のずれによる検索誤差を最小限に押さえることができる。又、2つの画像の類似性の高さの指標たる相関値をオペレータが変更すれば、オペレータが自ら「どの程度まで類似性が高い画像を選択するか」を設定することができる。

【0078】請求項4記載の画像検索エンジンによれば、単一の空間光変調器と単一のフーリエ変換手段とで相関値検出手段を構成したので、構成が簡単となり、定コストの画像エンジンを提供することができる。

【0079】請求項5記載の画像検索エンジンによれば、空間光変調器とフーリエ変換レンズをそれぞれ2つずつ用いて相関値検出手段を構成したので、第1のフー

リエ変換パターンを読み込んで再び光学画像に変換する
必要がないため、相関値検出の処理速度が上がり、画像
検索速度を向上させることができる。

【0080】請求項6記載の画像検索エンジンによれば、光演算に基づく相関値の検出を容易に行うことができる。

【0081】請求項7記載の画像検索エンジンによれば、光演算に基づく相関値の検出を正確に行うことができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の第1の実施の形態による画像検索エンジンを示す概略図。

【図2】本発明の第1乃至第3の実施の形態による画像検索エンジンに用いた光アドレス型SLMの構造を示す断面図。

【図3】本発明の第1の実施の形態による画像検索エンジンの動作を示すフローチャート。

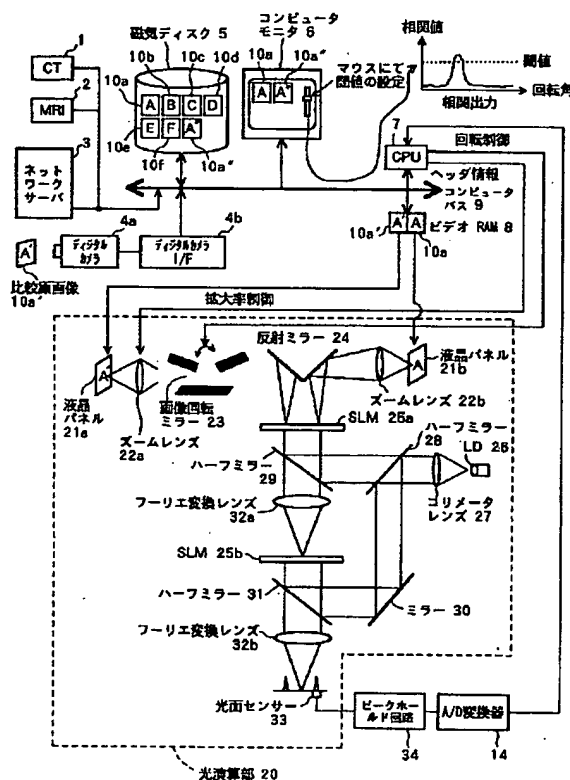
【図4】本発明の第2の実施の形態による画像検索エンジンを示す概略図。

【図5】本発明の第3の実施の形態による画像検索エンジンを示す概略図。

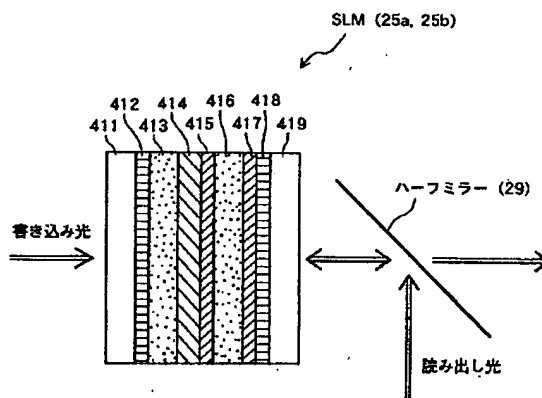
【符号の説明】

- 7 CPU
- 10 a' 比較原画像
- 10 a、10 b、10 c、10 d、10 f、10 a" 検索対象画像
- 14 A/D変換器
- 20、120、220 光演算部
- 21 a、21 b、121 b 液晶パネル
- 121 a CRT
- 22 a、22 b ズームレンズ
- 122 電子レンズ
- 23 画像回転ミラー
- 123 電子的な回転手段
- 25 a、25 b SLM
- 32 a、32 b フーリエ変換レンズ
- 33 光面センサー
- 133 CCDイメージセンサー

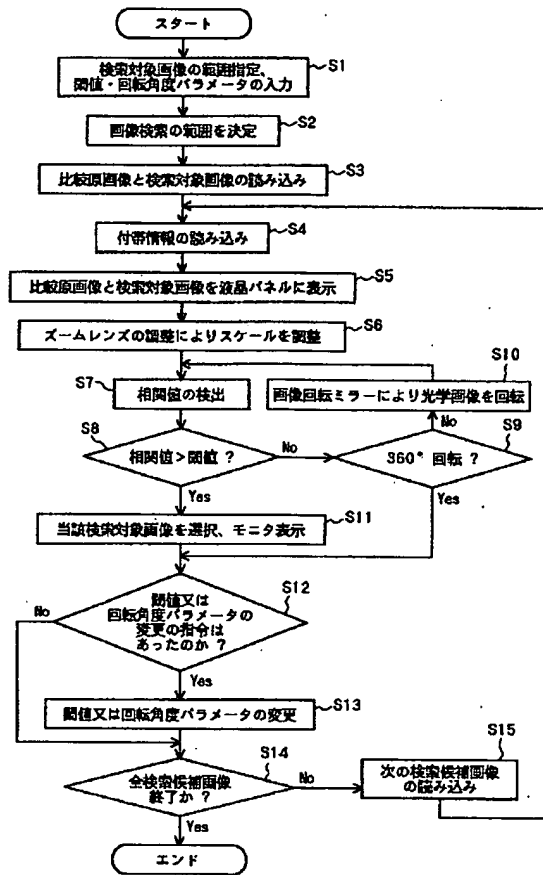
【図1】



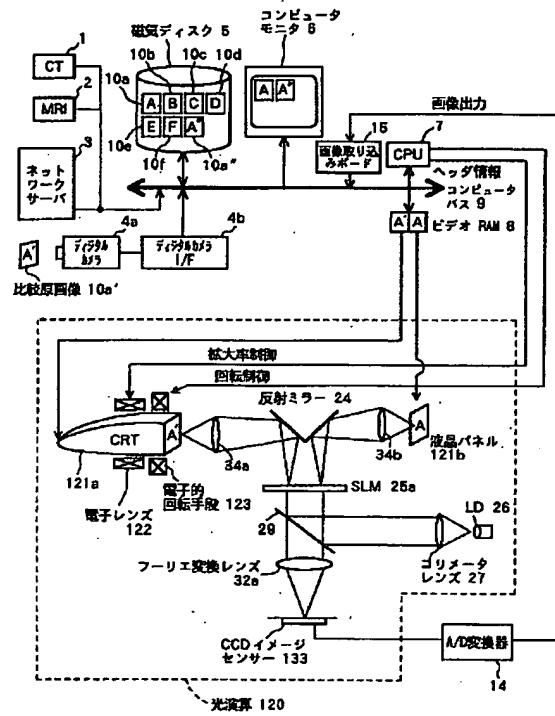
【図2】



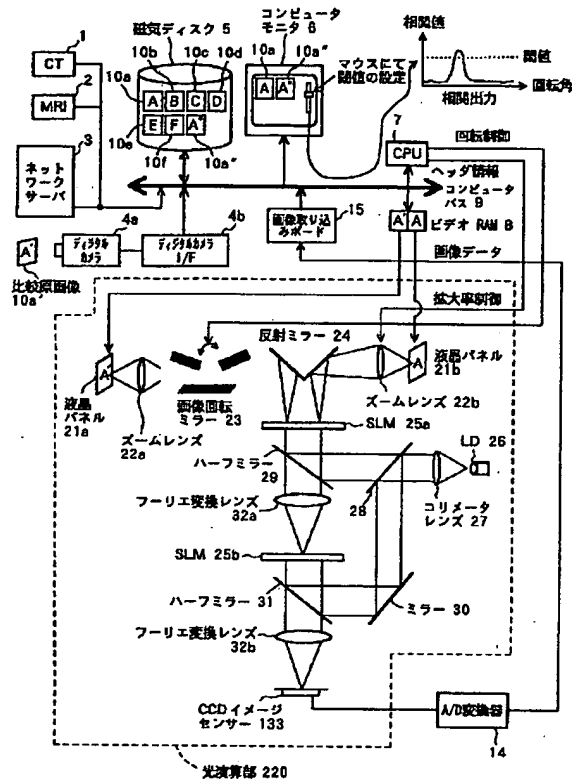
【図 3】



【図 4】



【図5】



フロントページの続き

Fターム(参考) 2H092 NA25 PA06 PA07 PA12 PA13
 RA10
 5B057 AA07 CD03 CD05 CG05 DA20
 DB02 DB09 DC34
 5B075 ND08 PQ02 PQ20 PQ22 PQ36
 PQ48 PQ49 PR06 QM08 UU29
 5C052 AA01 AB03 AB04 AC08 DD04
 5L096 BA06 EA03 EA16 FA23 FA34
 GA09 GA49 GA51 HA08 JA03